

## PATENT COOPERATION TREATY

## PCT

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

(PCT Article 18 and Rules 43 and 44)

Applicant's or agent's file reference <b>P1999,0014 P</b>	<b>FOR FURTHER ACTION</b> see Notification of Transmittal of International Search Report (Form PCT/ISA/220) as well as, where applicable, item 5 below.	
International application No. <b>PCT/DE 00/ 02405</b>	International filing date (day/month/year) <b>24/07/2000</b>	(Earliest) Priority Date (day/month/year) <b>23/07/1999</b>
Applicant <b>OSRAM OPTO SEMICONDUCTORS</b>		

This International Search Report has been prepared by this International Searching Authority and is transmitted to the applicant according to Article 18. A copy is being transmitted to the International Bureau.

This International Search Report consists of a total of 3 sheets.



It is also accompanied by a copy of each prior art document cited in this report.

**1. Basis of the report**

- a. With regard to the **language**, the international search was carried out on the basis of the international application in the language in which it was filed, unless otherwise indicated under this item.



the international search was carried out on the basis of a translation of the international application furnished to this Authority (Rule 23.1(b)).

- b. With regard to any **nucleotide and/or amino acid sequence** disclosed in the international application, the international search was carried out on the basis of the sequence listing :



contained in the international application in written form.



filed together with the international application in computer readable form.



furnished subsequently to this Authority in written form.



furnished subsequently to this Authority in computer readable form.



the statement that the subsequently furnished written sequence listing does not go beyond the disclosure in the international application as filed has been furnished.



the statement that the information recorded in computer readable form is identical to the written sequence listing has been furnished

2. ☐ **Certain claims were found unsearchable** (See Box I).

3. ☐ **Unity of invention is lacking** (see Box II).

**4. With regard to the title,**

the text is approved as submitted by the applicant.



the text has been established by this Authority to read as follows:

**5. With regard to the abstract,**

the text is approved as submitted by the applicant.



the text has been established, according to Rule 38.2(b), by this Authority as it appears in Box III. The applicant may, within one month from the date of mailing of this international search report, submit comments to this Authority.

**6. The figure of the drawings to be published with the abstract is Figure No.**

as suggested by the applicant.



because the applicant failed to suggest a figure.



because this figure better characterizes the invention.



None of the figures.

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/DE 00/02405

## Box III TEXT OF THE ABSTRACT (Continuation of Item 5 of the first sheet)

Die Erfindung schlägt eine Leuchtstoffanordnung für die Anregung durch eine Strahlungsquelle unter Verwendung eines Leuchtstoffs mit einer mit Ce aktivierten Granatstruktur A3B5O12 vor, wobei die erste Komponente A wenigstens ein Element der aus Y, Lu, Sc, La, Gd, Sm und Tb bestehenden Gruppe enthält und die zweite Komponente B mindestens eines der Elemente Al, Ga oder In repräsentiert, und mehrere der Leuchtstoffe gemischt werden. Weiter werden eine zugehörige wellenlängenkonvertierende Vergußmasse und eine zugehörige Lichtquellenanordnung vorgeschlagen.

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No

PCT/DE 00/02405

## A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

IPC 7 H05B33/14 H01L33/00 C09K11/80 C09K11/78

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

## B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

IPC 7 C09K H05B H01L

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

EPO-Internal, WPI Data, PAJ, INSPEC, IBM-TDB, CHEM ABS Data

## C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	✓ EP 0 142 931 A (AMERICAN TELEPHONE & TELEGRAPH) 29 May 1985 (1985-05-29) claims 1-10	1, 3, 9
A	✓ GB 2 000 173 A (PHILIPS NV) 4 January 1979 (1979-01-04) claims 1-11	1, 3, 9
A, P	✓ DATABASE WPI Section Ch, Week 200046 Derwent Publications Ltd., London, GB; Class L03, AN 2000-506318 XP002150848 & CN 1 254 747 A (CHANGCHUN PHYSICS INST CHINESE ACAD SCI), 31 May 2000 (2000-05-31) abstract	1, 3

☐ Further documents are listed in the continuation of box C.☒ Patent family members are listed in annex.

## \* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier document but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.

"&amp;" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

9 November 2000

Date of mailing of the international search report

16/11/2000

Name and mailing address of the ISA

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2  
NL - 2280 HV Rijswijk  
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,  
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Drouot-Onillon, M-C

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International Application No

PCT/DE 00/02405

Patent document cited in search report		Publication date	Patent family member(s)	Publication date
EP 0142931	A	29-05-1985	US 4550256 A	29-10-1985
			DE 3461826 D	05-02-1987
			JP 60144381 A	30-07-1985
<hr/>				
GB 2000173	A	04-01-1979	NL 7707008 A	28-12-1978
			AU 3737678 A	03-01-1980
			BE 868362 A	22-12-1978
			BR 7803927 A	17-04-1979
			CA 1110928 A	20-10-1981
			DE 2826788 A	18-01-1979
			ES 471027 A	16-02-1979
			FR 2395593 A	19-01-1979
			IT 1096774 B	26-08-1985
			JP 1273585 C	11-07-1985
			JP 54011085 A	26-01-1979
			JP 59050195 B	06-12-1984
<hr/>				
CN 1254747	A	31-05-2000	NONE	
<hr/>				

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES  
PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum  
Internationales Büro



(43) Internationales Veröffentlichungsdatum  
1. Februar 2001 (01.02.2001)

PCT

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer  
WO 01/08453 A1

(51) Internationale Patentklassifikation<sup>7</sup>: H05B 33/14,  
H01L 33/00, C09K 11/80, 11/78

ZWASCHKA, Franz [DE/DE]; Riedererstrasse 11,  
D-85737 Ismaning (DE). ELLENS, Andries [DE/DE];  
Hofangerstrasse 133, D-81735 München (DE).

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/DE00/02405

(74) Anwalt: EPPING HERMANN & FISCHER GBR;  
Postfach 12 10 26, D-80034 München (DE).

(22) Internationales Anmeldedatum:  
24. Juli 2000 (24.07.2000)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(81) Bestimmungsstaaten (*national*): AE, AG, AL, AM, AT,  
AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BY, BZ, CA, CH, CN, CR, CU,  
CZ, DE, DK, DM, DZ, EE, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM,  
HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KP, KR, KZ, LC, LK,  
LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX,  
MZ, NO, NZ, PL, PT, RO, RU, SD, SE, SG, SI, SK, SL,  
TJ, TM, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VN, YU, ZA, ZW.

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:  
199 34 126.5 23. Juli 1999 (23.07.1999) DE  
199 63 791.1 30. Dezember 1999 (30.12.1999) DE

(84) Bestimmungsstaaten (*regional*): ARIPO-Patent (GH,  
GM, KE, LS, MW, MZ, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZW), eura-  
sisches Patent (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM),  
europäisches Patent (AT, BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI,  
FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE), OAPI-Patent  
(BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GW, ML, MR, NE,  
SN, TD, TG).

(71) Anmelder (*für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme  
von US*): OSRAM OPTO SEMICONDUCTORS  
GMBH & CO. OHG [DE/DE]; Wernerwerkstrasse  
2, D-93049 Regensburg (DE). PATENT-TREU-  
HAND-GESELLSCHAFT FÜR ELEKTRISCHE  
GLÜHLAMPEN MBH [DE/DE]; Hellabrunner Strasse  
1, D-81543 München (DE).

Veröffentlicht:

— Mit internationalem Recherchenbericht.

(72) Erfinder; und

(75) Erfinder/Anmelder (*nur für US*): DEBRAY, Alexan-  
dra [DE/DE]; Karlsbaderstrasse 33, D-92318 Neu-  
markt (DE). WAITL, Günter [DE/DE]; Praschweg 3,  
D-93049 Regensburg (DE). KUMMER, Franz [DE/DE];  
Schleissheimer Strasse 121, D-80797 München (DE).

Zur Erklärung der Zweibuchstaben-Codes, und der anderen  
Abkürzungen wird auf die Erklärungen ("Guidance Notes on  
Codes and Abbreviations") am Anfang jeder regulären Ausgabe  
der PCT-Gazette verwiesen.

(54) Title: LUMINESCENT ARRAY, WAVELENGTH-CONVERTING SEALING MATERIAL AND LIGHT SOURCE

(54) Bezeichnung: LEUCHTSTOFFANORDNUNG, WELLENLÄNGENKONVERTIERENDE VERGUSSMASSE UND  
LICHTQUELLE

(57) Abstract: The invention relates to a luminescent array that is excited by a radiation source using a luminescent material having  
a Ce activated garnet structure  $A_3B_5O_{12}$ , whereby the first component A contains at least one element consisting of a Y, Lu, Sc, La,  
Gd, Sm and Tb group and the second component B represents at least one of elements Al, Ga or In and whereby several luminescent  
materials are mixed. The invention also relates to a corresponding wavelength converting sealing material and a corresponding light  
source array.

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung schlägt eine Leuchtstoffanordnung für die Anregung durch eine Strahlungsquelle unter  
Verwendung eines Leuchtstoffs mit einer mit Ce aktivierten Granatstruktur  $A_3B_5O_{12}$  vor, wobei die erste Komponente A wenigstens  
ein Element der aus Y, Lu, Sc, La, Gd, Sm und Tb bestehenden Gruppe enthält und die zweite Komponente B mindestens eines der  
Elemente Al, Ga oder In repräsentiert, und mehrere der Leuchtstoffe gemischt werden. Weiter werden eine zugehörige wellenlän-  
genkonvertierende Vergussmasse und eine zugehörige Lichtquellenanordnung vorgeschlagen.

WO 01/08453 A1

P1999,0014 P

2/PAT

09/786086

JC03 Rec'd PCT/PTO 28 FEB 2001

1

## Beschreibung

Leuchtstoffanordnung, wellenlängenkonvertierende Vergußmasse und Lichtquelle

5

Die Erfindung betrifft eine Leuchtstoffanordnung, eine zugehörige wellenlängenkonvertierende Vergußmasse und eine zugehörige Lichtquellenanordnung gemäß den Oberbegriffen der Patentansprüche 1, 4 und 9.

10

Sie bezieht sich insbesondere auf eine gelb oder gelbgrün emittierende Granat-Leuchtstoffanordnung für die Anregung durch Wellenlängen im blauen oder im nahen UV-Spektralbereich. Als Vergußmasse ist insbesondere eine die Leuchtstoffanordnung enthaltende Gießharzmatrix und als Lichtquelle ist insbesondere eine lichtemittierende Diode (LED) in Verbindung mit der Leuchtstoffanordnung bzw. mit der Vergußmasse vorgesehen.

15

20 Aus der WO 98/05078 ist ein Leuchtstoff für Lichtquellen und eine zugehörige Lichtquelle bekannt. Als Leuchtstoff ist dort ein Granat mit der Struktur  $A_3B_5O_{12}:D$  eingesetzt, bei dem die erste Komponente aus mindestens einer von verschiedenen Selten erdmetallen besteht, die Komponente B aus einem der Elemente Al, Ga oder In. Dotierstoff D ist Cer (Ce).

25

Aus der WO 97/50132 ist ein ähnlicher Leuchtstoff bekannt, bei dem als Dotierstoff entweder Ce oder Terbium (Tb) eingesetzt wird. Ce emittiert im gelben Spektralbereich, während Tb im grünen Spektralbereich emittiert. In beiden Fällen werden die Leuchtstoffe in Verbindung mit einer blau emittierenden Lichtquelle zu Erzielung einer weißen Mischfarbe verwendet.

30

35 Aus der WO 98/12757 ist eine wellenlängenkonvertierende Vergußmasse auf der Basis eines aus den vorgenannten Veröffent-

P1999,0014 P

. 2

lichungen bekannten Leuchtstoffes und einer transparenten Vergußmatrix bekannt. Der Offenbarungsgehalt dieser Schrift wird hiermit durch Rückbezug aufgenommen.

- 5 Bei der Erzeugung von weißem Mischlicht, beispielsweise nach der WO 97/50132, deren Offenbarungsgehalt insbesondere in Bezug auf die Zusammensetzung des Vergusses und auf dessen Herstellung ebenfalls durch Rückbezug Inhalt dieser Beschreibung ist, ist es bekannt, die Farbtemperatur oder den Farbtort des  
10 weißen Lichts durch geeignete Wahl, dh. Zusammensetzung des Leuchtstoffes, dessen Partikelgröße und dessen Konzentration zu variieren. Eine Optimierung des Farbtons (Farbtort X und Y in der CIE-Farbtabelle) des erzeugten weißen Lichts kann bei Zugrundelegung dieser Parameter jedoch nur mit vergleichs-  
15 weise großem Aufwand optimiert werden. Dies gilt insbesondere für den sogenannten Unbuntpunkt oder „equal energy point“, der bei den Koordinaten CIE<sub>x</sub> = 0,33 und CIE<sub>y</sub> = 0,33 liegt.

- Weiterhin ist es aufwendig, den Leuchtstoff im Hinblick auf  
20 eine bessere Farbwiedergabe durch einen höheren Rotanteil im Spektrum zu optimieren.

- Schließlich ist es schwierig, den Leuchtstoff hinsichtlich des Absorptionsmaximums des Leuchtstoffs bezogen auf den  
25 Spitzenwert der Emission des Lichtemitters hin zu optimieren.

- Es ist demgemäß Aufgabe der vorliegenden Erfindung, eine Leuchtstoffanordnung der eingangs genannten Art anzugeben, der sich schnell und einfach unter Zugrundelegung von Opti-  
30 mierungsparametern herstellen läßt und für eine zugehörige wellenlängenkonvertierende Vergußmasse sowie eine zugehörige Lichtquelle geeignet ist.

- Die Erfindung löst diese Aufgabe durch die Merkmale des Patentanspruchs 1 sowie durch die Merkmale der Patentansprüche  
35

4 und 9. Vorteilhafte Weiterbildungen und Ausgestaltungen der Erfindung sind in den abhängigen Ansprüchen angegeben.

5 Erfindungsgemäß wird, besonders bevorzugt für Lichtquellen, deren Emission im kurzwelligen optischen, insbesondere im blauen Spektralbereich oder im nahen UV-Spektralbereich liegen, eine Leuchtstoffanordnung mit mehreren Leuchtstoffen verwendet. Diese Leuchtstoffe besitzen vorzugsweise eine mit Cer dotierte Granatstruktur  $A_3B_5O_{12}$ , wobei die erste Komponente A wenigstens ein Element der aus Y, Lu, Sc, La, Gd, Sm und Tb bestehenden Gruppe enthält und die zweite Komponente B mindestens eines der Elemente Aluminium, Gallium oder Indium repräsentiert.

15 Die Herstellung und Wirkungsweise der beschriebenen Leuchtstoffe ist in den eingangs genannten Veröffentlichungen beschrieben. Hierbei ist insbesondere bemerkenswert, daß Terbium (Tb) bei einer Anregung im Spektralbereich zwischen etwa 400 und 500 nm als Bestandteil des Wirtsgitters, das heißt  
20 der ersten Komponente A des Granats, für einen gelb emittierenden Leuchtstoff geeignet ist, dessen Dotierstoff Cer ist. Terbium war zuvor neben Cer als Aktivator für die Emission im grünen Spektralbereich vorgeschlagen worden. Es ist möglich, Terbium als Hauptbestandteil der ersten Komponente A des Granats allein oder zusammen mit mindestens einem der weiteren  
25 oben vorgeschlagenen Seltenerdmetalle zu verwenden.

Besonders bevorzugt wird ein Granat der Struktur  
 $(Tb_{1-x-y}SE_xCe_y)_3(Al,Ga)_5O_{12}$  verwendet, wobei  
30  $SE = Y, Gd, La, Sm$  und/oder  $Lu$ ;  
 $0 \leq x \leq 0,5 - y$ ;  
 $0 < y < 0,1$  gilt.

Als zweite Komponente (B) wird mindestens eines der Elemente  
35 Al oder Ga verwendet. Die zweite Komponente B kann zusätzlich In enthalten. Der Aktivator ist Cer.



Diese Leuchtstoffe absorbieren elektromagnetische Strahlung mit einer Wellenlänge im Bereich zwischen 420nm bis 490nm und können deshalb für die Strahlung einer blauen Lichtquelle, insbesondere einer Halbleiter-LED, angeregt werden. LED-Halb-  
5 leiterchips auf GaN-Basis oder auf InGaN-Basis sind vorzugsweise geeignet, die bei einem Emissionsmaximum im Bereich von 430 bis 480nm blaues Licht emittieren.

Unter Lumineszenzdiodenchip auf GaN- oder InGaN-Basis ist im  
10 Zusammenhang mit der vorliegenden Erfindung grundsätzlich ein Lumineszenzdiodenchip zu verstehen, dessen strahlungsemitierende Zone GaN, InGaN und/oder verwandte Nitride sowie darauf basierende Mischkristalle, wie beispielsweise Ga(Al,In)N, aufweist.

15 Derartige Lumineszenzdiodenchips sind beispielsweise aus Shuji Nakamura, Gerhard Fasol, The Blue Laser Diode, Springer Verlag Berlin Heidelberg 1997, S. 209ff bekannt.

20 Die zuvor beschriebenen Leuchtstoffe werden durch das blaue Licht angeregt und emittieren ihrerseits Licht, das wellenlängenverschoben im Bereich oberhalb 500nm liegt. Im Fall des Cer aktivierten Tb-Granat-Leuchtstoffs liegt das Maximum der Emission bei etwa 550nm.

25 Der oben angegebene Leuchtstoff absorbiert im Bereich 420 bis 490 nm und kann so durch die Strahlung einer blauen Lichtquelle angeregt werden. Gute Ergebnisse wurden mit einem blaues Licht emittierenden LED-Chip erzielt, dessen Emissionsmaximum bei 430 bis 470 nm liegt. Das Maximum der Emission  
30 des Tb-Granat:Ce-Leuchtstoffs liegt bei etwa 550 nm.

Dieser Leuchtstoff eignet sich besonders für die Verwendung in einem weißes Licht abstrahlenden LED-Bauelement, beruhend  
35 auf der Kombination eines blaues Licht aussendenden LED-Chips mit einem Leuchtstoffgemisch, das Tb-Granat-haltigen Leucht-

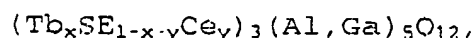
stoff aufweist, der durch Absorption eines Teils der Emission des LED-Chips angeregt wird und dessen Emission die übrig bleibende Strahlung der LED zu weißem Licht ergänzt.

- 5 Als blaues Licht emittierender LED-Chip eignet sich insbesondere ein Ga(In)N-LED-Chip, aber auch jeder andere Weg zur Erzeugung einer blauen LED mit einer Emission im Bereich 420 bis 490 nm. Insbesondere wird als hauptsächlicher Emissionsbereich 430 bis 470 nm empfohlen, da dann die Effizienz am  
10 höchsten ist.

- Durch die Wahl von Art und Menge an Seltenerdmetallen ist eine Feineinstellung der Lage der Absorptions- und der Emissionsbanden des Leuchtstoffgemischs möglich. In Verbindung  
15 mit Leuchtdioden eignet sich bei dem oben genannten Tb-Granat-Leuchtstoff vor allem ein Bereich für x, der zwischen  $0,25 \leq x \leq 0,5-y$  liegt.

- Der besonders bevorzugte Bereich von y liegt bei  $0,02 < y < 0,06$ .  
20

Gute Eignung als Leuchtstoff-Komponente zeigt ein Granat der Struktur



- 25 wobei SE = Y, Gd, La und/oder Lu;  
 $0 \leq x \leq 0,02$ , insbesondere  $x = 0,01$ ;  
 $0 < y < 0,1$  gilt. Häufig liegt y im Bereich 0,01 bis 0,05.

- Generell dienen kleinere Mengen an Tb im Wirtsgitter vor allem dazu, die Eigenschaften bekannter Cer-aktivierter Leuchtstoffe zu verbessern, während die Zugabe größerer Mengen an Tb gezielt vor allem dafür eingesetzt werden kann, die Wellenlänge der Emission bekannter Cer-aktivierter Leuchtstoffe zu verschieben. Daher eignet sich ein hoher Anteil Tb besonders gut für weiße LED mit niedriger Farbtemperatur unter  
35 5000 K.

P1999,0014 P

6

Es ist bekannt, blau emittierende LEDs auf Gallium-Nitrid- oder Indium-Gallium-Nitrid-Basis mit Emissionsmaxima im Bereich zwischen 430 und 480nm zur Anregung eines Leuchtstoffs von Typ YAG:Ce, der in der Literatur ausführlich beschrieben ist, zu verwenden. Ein derartiger Leuchtstoff wird beispielsweise von der Firma Osram unter der Bezeichnung L175 vertrieben. Andere Leuchtstoffe sind bekannt, bei denen das Element Yttrium (Y) teilweise oder vollständig durch eines der oben angegebenen Seltenerdmetalle ersetzt ist.

10

Bei einem für das erfindungsgemäße Leuchtstoff-Gemisch geeigneten Leuchtstoff sind die Yttrium-Atome größtenteils durch Terbium ersetzt sind. Der Leuchtstoff kann beispielsweise die Zusammensetzung  $[Y_{0,29}Tb_{0,67}Ce_{0,04}]_3Al_5O_5$  - nachfolgend als L175/Tb mit 67% Tb bezeichnet - haben.

15

Erfindungsgemäß ist vorgesehen, den Farbton und Farbort der Leuchtstoffanordnung durch Mischen von pigmentierten Leuchtstoffpulvern mit unterschiedlichen Zusammensetzungen und damit auch unterschiedlichen Absorptionsmaxima für das blaue Licht vorzusehen. Dies kann beispielsweise durch eine Mischung des Leuchtstoffs L175 (reines YAG:Ce) mit einem Leuchtstoff der beschriebenen Art, bei dem Yttrium teilweise oder vollständig durch Terbium ersetzt ist (L175/Tb, Tb > 0%), erfolgen. Das Mischungsverhältnis kann 1:1 sein. Es kann an Stelle von YAG:Ce jedoch auch ein anderer Leuchtstoff oder ein anderer aus diesem Leuchtstoff abgewandelter Leuchtstoff verwendet werden, wobei zusätzlich das Mischungsverhältnis variiert werden kann.

30

Ein besonderer Vorteil der Erfindung liegt darin, daß sich die Leuchtstoffe, die in Pulverform vorliegen, problemlos mischen lassen und damit auf vergleichsweise einfache Weise eine gezielte Einstellung des Zielfarbtortes auf der CIE-Farbtabelle ermöglichen. Auf der Farbtabelle läßt sich somit ausgehend von einer Granatstruktur, wie reinem YAG:Ce, und dem

35

P1999,0014 P

7

Farbort der verwendeten LED ein Bündel von Geraden darstellen, von denen eine durch die ausgewählte Koordinate des Zielfarbortes geht. Durch die Kombination von LED-Chip und Leuchtstoffanordnung läßt sich die resultierende Farbortgerade der einzelnen Farborte in ihrer Neigung leicht variieren. So ist es ohne weiteres möglich, eine Lichtquellenanordnung mit einer LED und einem wellenlängenkonvertierenden Leuchtstoff zu erzeugen, dessen resultierende Farbortgerade exakt durch den Unbuntpunkt bei den Koordinaten  $X=0,33$  und  $Y=0,33$  auf der Farborttafel geht. Dieser Unbuntpunkt definiert reines Weiß. Darüber hinaus ist es möglich, eine Verschiebung des resultierenden Farbspektrums zu erreichen, beispielsweise hin zu einem höheren Rotanteil im Spektrum, was allgemein zu einer besseren Farbwiedergabe führt, beispielsweise durch höhere L175/Tb-Anteile.

Erfindungsgemäß ist weiterhin vorgesehen, eine Leuchtstoffanordnung gemäß der Erfindung in einer für die erzeugte Strahlung zumindest teilweise transparenten Vergußmasse, vorzugsweise in einem Kunststoff, besonders bevorzugt in einem Epoxid-, Silikon- oder Acrylat-Gießharz oder in einer Mischung solcher Harze, oder in einem anderen geeigneten strahlungsdurchlässigen Material, wie zum Beispiel anorganisches Glas, zu dispergieren. Dazu wird die erfindungsgemäße Leuchtstoffanordnung vorzugsweise als Pigmentpulvergemisch mit dem Gießharz und weiteren Elementen gemäß der in der WO98/12757 offenbarten Methode hergestellt.

Weiterhin ist gemäß der Erfindung eine zur Leuchtstoffanordnung gehörige Lichtquellenanordnung vorgesehen, bei der eine Strahlungsquelle Strahlung im blauen Bereich oder im UV-Bereich des optischen Spektrums emittiert und diese Strahlung teilweise oder vollständig mittels der erfindungsgemäßen Leuchtstoffanordnung in längerwellige Strahlung konvertiert wird, wobei bei teilweiser Konversion die konvertierte Strah-

P1999,0014 P

8

lung mit der emittierten Strahlung der Strahlungsquelle zur Erzeugung weissen Mischlichts gemischt wird.

Eine derartige Lichtquellenanordnung mit allerdings nur einem  
5 Leuchtstoff ist ebenfalls aus der WO98/12757 bekannt.

Die Erfindung wird nachfolgend anhand eines Ausführungsbeispiels in Verbindung mit den Figuren 1 und 2 der Zeichnung näher beschrieben. Es zeigen:

10

Figur 1 ein Farbortdiagramm mit Farbortgeraden unterschiedlicher Leuchtstoffe und der erfindungsgemäßen Leuchtstoffanordnung und

15

Figur 2 eine schematische Schnittdarstellung durch das Ausführungsbeispiel einer Lichtquellenanordnung gemäß der Erfindung.

20

Gemäß der Figur 1 ist ein Farbortdiagramm dargestellt, das auf der Abszisse die Farbortkoordinate X und auf der Ordinate die Farbortkoordinate Y der CIE-Farbtabelle enthält.

25

Zugrundegelegt ist eine Lichtquellenanordnung zur Erzeugung weissen Mischlichts, wie sie beispielsweise in der WO97/50132 beschrieben ist.

30

Verwendet wird beispielsweise ein InGaN-basierter LED-Chip, der im blauen Spektralbereich emittiert und dessen Farbortpunkt C dementsprechend im Farbortdiagramm etwa bei  $X=0,14$  und  $Y=0,02$  liegt. Bei Mischung des blauen Lichts der LED mit dem Farbort C und des emittierten Lichtes eines beispielsweise in einem transparenten Gießharz eingebetteten Leuchtstoffes ergeben sich unterschiedliche Farbortgeraden.

35

Beispielsweise ergibt sich bei Verwendung von reinem YAG:Ce als Leuchtstoff eine Farbortgerade 1. Bei Verwendung eines Leuchtstoffs, bei dem Y teilweise oder überwiegend durch Ter-

P1999,0014 P

9

bium ersetzt ist, ergibt sich eine Farbortgerade, die unterhalb der Farbortgeraden 1 verläuft. Unter Verwendung eines Leuchtstoffes mit Tb-Gehalt auf dem A-Platz von 67% (gemäß der weiter oben angegebenen Formel), ergibt sich die im Diagramm eingezeichnete Farbortgerade 2.

Gerade 1 läuft oberhalb und Gerade 2 läuft unterhalb des Unbuntpunktes U, der bei den Farbortkoordinaten  $X=0,33$  und  $Y=0,33$  liegt. Bei einer Mischung der beiden Leuchtstoffe mit den Farbgeraden 1 und 2 im Verhältnis 1:1 und einer Einbettung in transparentes Gießharz (man vergleiche das weiter unten offenbarte Ausführungsbeispiel gemäß Figur 2) ergibt sich eine Farbortgerade 3 die, wie das Diagramm von Figur 1 zeigt, exakt durch den Unbuntpunkt oder Weißpunkt der Farborttafel geht.

In ähnlicher Weise ist es möglich, durch eine Mischung unterschiedlicher Leuchtstoffe vorzugsweise mit einer Granatstruktur, Farbortkurven durch verschiedene gewünschte Koordinaten der CIE-Farbtabelle zu erhalten.

Das Leuchtstoffpulvergemisch ist vorteilhafterweise in ein entsprechend optimiertes Gießharz eingebettet, wobei insbesondere die Korngrößen des Leuchtstoffpulvers optimiert werden können. Verfahren zur Herstellung derartiger wellenkonvertierender Vergußmassen sind in der WO98/12757 beschrieben.

Bei der in Figur 2 schematisch dargestellten besonders bevorzugten Ausführungsform einer Lichtquellenanordnung ist ein GaN- oder InGaN-basierter Leuchtdiodenchip 10 in einer Ausnehmung 11 eines strahlungsundurchlässigen Leuchtdioden-Grundgehäuses 20, das vorzugsweise aus Kunststoff besteht, angeordnet.

Das Leuchtdioden-Grundgehäuse 20 ist von elektrischen Anschlußbahnen oder -beinen 21,22 durchdrungen, über die die

P1999,0014 P

10

elektrischen Anschlüsse des Chips 10 aus dem Gehäuse herausgeführt sind.

Die Innenwände 12 der Ausnehmung 11 bilden einen Reflektor für das von dem Chip 10 ausgesandte Licht und für das von dem Leuchtstoffgemisch emittierte Licht und lenken dieses zur Hauptabstrahlrichtung 13 des Chips 10 hin um.

Die Ausnehmung 11 ist mit einer Vergußmasse 14 gefüllt, die eine transparente Gießharzmatrix 15, bevorzugt Epoxidgießharz oder Acrylatharz (z.B. Polymethylmetacrylat) oder eine Mischung dieser Harze aufweist, in die das vorgesehene Leuchtstoffpulvergemisch 16 eingebettet ist.

Das Leuchtstoffpulvergemisch enthält vorzugsweise Leuchtstoffpigmente mit Korngrößen  $\leq 20\mu\text{m}$  und einen mittleren Korndurchmesser  $d_{50} \leq 5\mu\text{m}$ .

Neben Gießharz 15 und Leuchtstoffpigmenten 16 sind in der Vergußmasse 14 weiterhin vorzugsweise ein Thixotropiermittel, ein mineralischer Diffusor, ein Hydrophobiermittel und/oder ein Haftvermittler enthalten.

Bei dem Ausführungsbeispiel handelt es sich beispielsweise um ein weißes Licht emittierendes Leuchtdioden-Bauelement, bei dem in der Vergußmasse 14 die Farbstoffpulver L175 (YAG:Ce) und L175/Tb (mit 67% Tb) mit einem Mischungsverhältnis von 1:1 enthalten sind und dessen Farbort des emittierten Mischlichts auf der Geraden 3 des in Figur 1 dargestellten Diagramms liegt.

Es versteht sich, daß die Erläuterung der Erfindung anhand des oben beschriebenen Ausführungsbeispiels natürlich nicht als Beschränkung der Erfindung auf die beschriebenen Merkmale selbst anzusehen ist. Als Lichtquelle kommen neben Halbleiterkörpern aus Leuchtdioden-Chips oder Laserdioden-Chips ins-

besondere auch Polymer-LEDs in Betracht. Ebenso fallen in den Bereich der Erfindung auch Leuchtstoffpulver, die neben reinem YAG:Ce auch Anteile von Lu, Se, La, Gd sowie Sm anstelle von Y besitzen. Weiterhin sind Granate einbezogen, bei denen  
5 der Terbium-Anteil kleiner ist als bei der oben beschriebenen Leuchtstoffformel.

Die erfindungsgemäße Leuchtstoffanordnung und die zugehörige Vergußmasse ist grundsätzlich bei allen in der WO97/50132 und  
10 in der WO98/12757 offenbarten Bauformen von Leuchtdioden-Bau-  
elementen verwendbar.



## Patentansprüche

1. Leuchtstoffanordnung für die Anregung durch eine Strahlungsquelle unter Verwendung eines Leuchtstoffs mit einer mit  
5 Ce aktivierten Granatstruktur  $A_3B_5O_{12}$ , wobei die erste Komponente A wenigstens ein Element der aus Y, Lu, Se, La, Gd und Sm bestehenden Gruppe enthält und die zweite Komponente B mindestens eines der Elemente Al, Ga oder In repräsentiert,  
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t,  
10 daß mehrere derartige Leuchtstoffe gemischt sind und daß die Mischung der Leuchtstoffe einen Granat enthält, bei dem die erste Komponente A zumindest teilweise durch Tb besetzt ist.
2. Leuchtstoffanordnung nach Anspruch 1,  
15 d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t,  
daß die Leuchtstoffanordnung durch eine Strahlung im Bereich von 400 bis 500nm, insbesondere von 420 bis 490nm, anregbar ist.
- 20 3. Leuchtstoffanordnung nach Anspruch 1 oder 2,  
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t,  
daß die Mischung der Leuchtstoffe einen Granat der Struktur  $Y_3(Al, Ga)_5O_{12}:Ce$  und einen Granat der Struktur  $(Tb_{1-x-y}SE_xCe_y)_3(Al, Ga)_5O_{12}$  enthält, wobei  
25  $SE = Y, Gd, La$  und oder  $Lu$ ;  
 $0 \leq x \leq 0,5-y$ ;  
 $0 < y < 0,1$  gilt.
4. Wellenlängenkonvertierende Vergußmasse mit einer Leuchtstoffanordnung für die Anregung durch eine Strahlungsquelle  
30 unter Verwendung eines Leuchtstoffs mit einer mit Ce aktivierten Granatstruktur  $A_3B_5O_{12}$ , wobei die erste Komponente A wenigstens ein Element der aus Y, Lu, Se, La, Gd und Sm bestehenden Gruppe enthält und die zweite Komponente B mindestens eines der Elemente Al, Ga oder In repräsentiert,  
35

auf der Basis eines transparenten Kunststoffes, insbesondere eines Gießharzes,

d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t,

daß mehrere derartige Leuchtstoffe gemischt sind, daß die Mischung der Leuchtstoffe einen Granat enthält, bei dem die erste Komponente A zumindest teilweise durch Tb besetzt ist, und daß die Leuchtstoffanordnung als anorganisches Leuchtstoffpigmentpulvergemisch im transparenten Kunststoff dispergiert ist.

10

5. Vergußmasse nach Anspruch 4,

d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t,

daß die Leuchtstoffpigmente Korngrößen  $\leq 20\mu\text{m}$  und einen mittleren Korndurchmesser  $d_{50} \leq 5\mu\text{m}$  aufweisen.

15

6. Vergußmasse nach Anspruch 4 oder 5,

d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t,

daß neben Gießharz und Leuchtstoffpigmenten weiterhin Thixotropiermittel, ein mineralischer Diffusor, ein Hydrophobiermittel und/oder ein Haftvermittler enthalten sind.

20

7. Vergußmasse nach einem der Ansprüche 4 bis 6,

d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t,

daß die Leuchtstoffanordnung durch eine Strahlung im Bereich von 400 bis 500nm, insbesondere von 420 bis 490nm, anregbar ist.

25

8. Vergußmasse nach einem der Ansprüche 4 bis 7,

d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t,

daß die Mischung der Leuchtstoffe einen Granat der Struktur  $\text{Y}_3(\text{Al}, \text{Ga})_5\text{O}_{12}:\text{Ce}$  und einen Granat der Struktur

$(\text{Tb}_{1-x-y}\text{SE}_x\text{Ce}_y)_3(\text{Al}, \text{Ga})_5\text{O}_{12}$  enthält, wobei

$\text{SE} = \text{Y}, \text{Gd}, \text{La}$  und oder  $\text{Lu}$ ;

$0 \leq x \leq 0,5-y$ ;

35  $0 < y < 0,1$  gilt.

P1999,0014 P

14

9. Lichtquellenanordnung mit einer Strahlungsquelle, die Strahlung im blauen Bereich oder UV-Bereich des optischen Spektralbereich emittiert, wobei diese Strahlung teilweise oder vollständig mittels einer Leuchtstoffanordnung in längerwellige Strahlung konvertiert wird und bei teilweiser Konversion konvertierte Strahlung mit emittierter Strahlung der Strahlungsquelle, insbesondere zu weissem Licht gemischt wird, d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t, daß die Konversion mit einem Leuchtstoffgemisch gemäß einem der Patentansprüche 1 bis 3 erfolgt.

10. Lichtquellenanordnung nach Anspruch 9, d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t, daß die emittierte Strahlung der Strahlungsquelle im Wellenlängenbereich 400 bis 500nm, insbesondere 430 bis 480nm liegt.

11. Lichtquellenanordnung nach Anspruch 10, d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t, daß als Strahlungsquelle eine blau emittierende Leuchtdiode, insbesondere auf GaN- oder InGaN-Basis verwendet ist.

12. Lichtquellenanordnung nach Anspruch 11, d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t, daß die Leuchtdiode mit einer Vergußmasse gemäß einem der Patentansprüche 4 bis 9 versehen ist.

P1999,0014 P

15

## Zusammenfassung

Leuchtstoffanordnung, wellenlängenkonvertierende Vergußmasse und Lichtquelle

5

Die Erfindung schlägt eine Leuchtstoffanordnung für die Anregung durch eine Strahlungsquelle unter Verwendung eines Leuchtstoffs mit einer mit Ce aktivierten Granatstruktur  $A_3B_5O_{12}$  vor, wobei die erste Komponente A wenigstens ein Element der aus Y, Lu, Sc, La, Gd, Sm und Tb bestehenden Gruppe enthält und die zweite Komponente B mindestens eines der Elemente Al, Ga oder In repräsentiert, und mehrere der Leuchtstoffe gemischt werden. Weiter werden eine zugehörige wellenlängenkonvertierende Vergußmasse und eine zugehörige Lichtquellenanordnung vorgeschlagen.

10

15

Figur 1

FIG 1

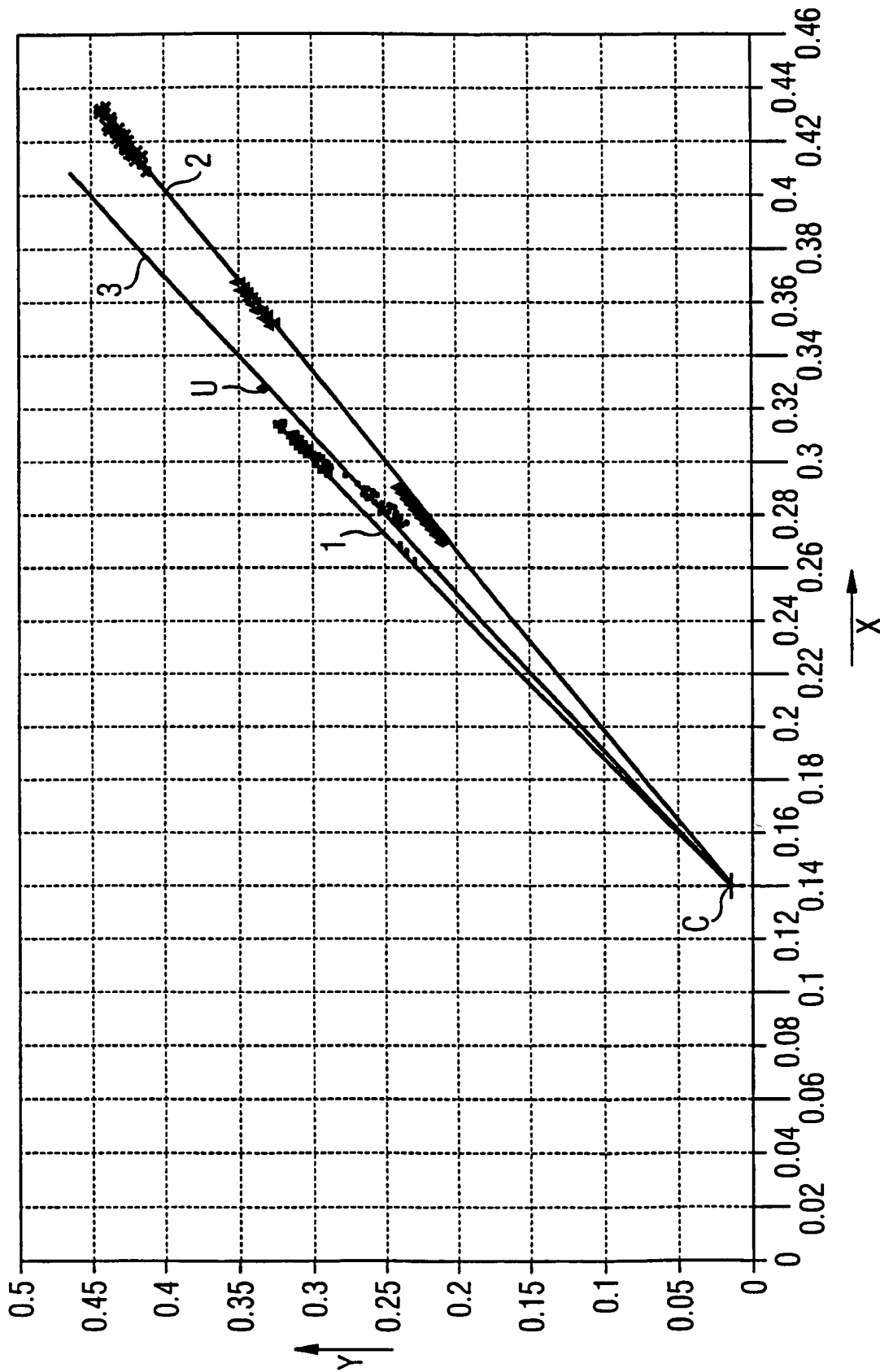
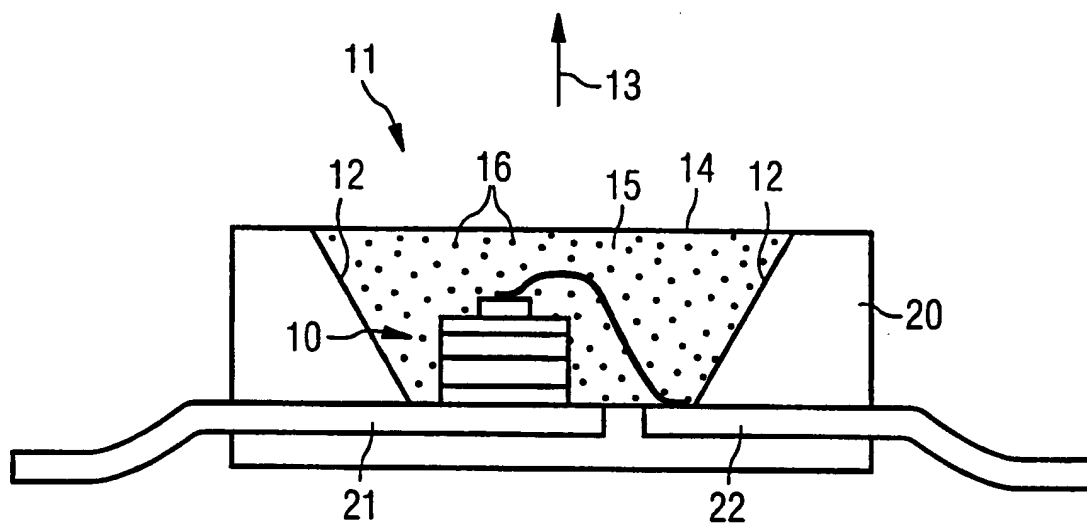


FIG 2



(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES  
PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum  
Internationales Büro



(43) Internationales Veröffentlichungsdatum  
1. November 2001 (01.11.2001)

PCT

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer  
**WO 01/82385 A1**

(51) Internationale Patentklassifikation<sup>7</sup>: **H01L 33/00**

90491 Nürnberg (DE). **JÄGER, Harald** [DE/DE]; Dr.  
Enders-Strasse 3a, 92536 Pfreimd (DE). **WAITL, Gün-  
ther** [DE/DE]; Praschweg 3, 93049 Regensburg (DE).

(21) Internationales Aktenzeichen: **PCT/DE01/01601**

(22) Internationales Anmeldedatum:  
26. April 2001 (26.04.2001)

(74) **Anwalt: EPPING HERMANN & FISCHER**; Postfach  
12 10 26, 80034 München (DE).

(25) Einreichungssprache: **Deutsch**

(81) **Bestimmungsstaaten (national):** CA, CN, JP, KR, US.

(26) Veröffentlichungssprache: **Deutsch**

(84) **Bestimmungsstaaten (regional):** europäisches Patent (AT,  
BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC,  
NL, PT, SE, TR).

(30) **Angaben zur Priorität:**  
100 20 465.1 26. April 2000 (26.04.2000) **DE**

**Veröffentlicht:**

- mit internationalem Recherchenbericht
- vor Ablauf der für Änderungen der Ansprüche geltenden  
Frist; Veröffentlichung wird wiederholt, falls Änderungen  
eintreffen

(71) **Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme von  
US): OSRAM OPTO SEMICONDUCTORS GMBH &  
CO. OHG** [DE/DE]; Wernerwerkstrasse 2, 93049 Regens-  
burg (DE).

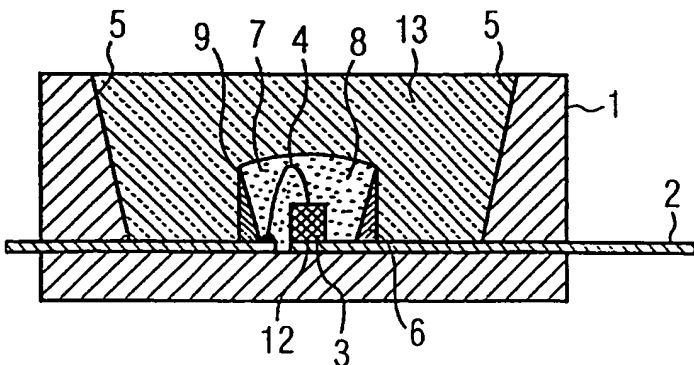
(72) **Erfinder; und**

(75) **Erfinder/Anmelder (nur für US): BRUNNER, Herbert**  
[DE/DE]; Winklergasse 16, 93047 Regensburg (DE).  
**DEBRAY, Alexandra** [DE/DE]; Bismarckstrasse 76,

Zur Erklärung der Zweibuchstaben-Codes, und der anderen  
Abkürzungen wird auf die Erklärungen ("Guidance Notes on  
Codes and Abbreviations") am Anfang jeder regulären Ausgabe  
der PCT-Gazette verwiesen.

(54) **Title:** RADIATION EMITTING SEMICONDUCTOR COMPONENT WITH LUMINESCENCE-CONVERTING ELEMENT

(54) **Bezeichnung:** STRALUNGSEMITTIERENDES HALBLEITERBAUELEMENT MIT LUMINESZENZKONVERSIONS-  
ELEMENT



(57) **Abstract:** The invention concerns  
a radiation emitting semiconductor  
component with a luminescence-  
converting element (7), wherein the semiconductor  
body (3) is disposed in a groove of the base  
body (1). A cup-shaped area containing  
the luminescence-converting element (7)  
surrounding the semiconductor body (3)  
is formed inside the groove around the  
semiconductor body. The cup-shaped area  
is formed in the shape of a hollowness  
inside the groove or as an annular fringe  
(6) on the bottom of the groove.

(57) **Zusammenfassung:** Die Erfindung  
beschreibt ein strahlungsemitierendes Halbleiterbauelement mit Lumineszenzkonversionselement (7), bei dem der Halbleiterkörper  
(3) in einer Ausnehmung des Grundkörpers (1) angeordnet ist. Innerhalb der Ausnehmung ist um den Halbleiterkörper ein  
napfartiger Bereich ausgeformt, der das Lumineszenzkonversionselement (7) enthält und das den Halbleiterkörper (3) einhüllt.  
Der napfartige Bereich ist als Vertiefung innerhalb der Ausnehmung oder als ringförmige Einfassung (6) auf dem Grund der  
Ausnehmung geformt.

WO 01/82385 A1

## Beschreibung

Strahlungsemittierendes Halbleiterbauelement mit Lumineszenzkonversionselement

5

Die Erfindung bezieht sich auf ein strahlungsemittierendes Halbleiterbauelement nach dem Oberbegriff des Patentanspruchs 1 sowie ein Herstellungsverfahren hierfür nach dem Oberbegriff des Patentanspruchs 21 beziehungsweise 22.

10

Strahlungsemittierende Halbleiterbauelemente sind beispielsweise aus WO 97/50132 bekannt. Solche Bauelemente enthalten einen Halbleiterkörper, der im Betrieb Licht aussendet (Primärlicht) und ein Lumineszenzkonversionselement, das einen Teil dieses Lichts in einen anderen Wellenlängenbereich konvertiert (Fluoreszenzlicht). Der Gesamtfarbeindruck des von einem solchen Halbleiterbauelement emittierten Lichts ergibt sich durch additive Farbmischung aus Primärlicht und Fluoreszenzlicht.

20

Häufig wird als Lumineszenzkonversionselement ein Leuchtstoff verwendet, der in einem Kunstharz suspendiert ist. Wie in WO 97/50132 gezeigt ist, besteht eine Bauform von strahlungsemittierenden Halbleiterbauelementen darin, den Halbleiterkörper in einer Ausnehmung des Bauelementgrundkörpers anzuordnen und diese Ausnehmung mit der Leuchtstoffsuspension zu füllen.

25

Diese Anordnung besitzt den Nachteil, daß die Quellen von Primärlicht - Halbleiterkörper - und von Fluoreszenzlicht - Leuchtstoffsuspension - im allgemeinen von verschiedener Form und Größe sind, so daß je nach Abstrahlrichtung eine Aufspaltung in verschiedene Farbanteile erfolgt und ein räumlich inhomogener Farbeindruck entsteht. Bei optischen Abbildungen treten starke chromatische Fehler auf.

30

35



Ein weiterer Nachteil besteht darin, daß der Farbeindruck von der optischen Weglänge in der Suspension abhängt, so daß fertigungsbedingte Schwankungen der Dicke der Suspensionsschicht über dem Halbleiterkörper zu verschiedenen Farbeindrücken führen. Ferner ist grundsätzlich eine sehr gleichmäßige Verteilung des Leuchtstoffs in der Suspension nötig.

Der vorliegenden Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ein strahlungsemittierendes Halbleiterbauelement der eingangs genannten Art zu entwickeln, das homogen mischfarbiges Licht abstrahlt. Weiterhin ist es Aufgabe der vorliegenden Erfindung, ein Herstellungsverfahren für solche Bauelemente zu schaffen.

Diese Aufgabe wird durch ein Halbleiterbauelement nach Patentanspruch 1 sowie ein Verfahren nach Patentanspruch 21 beziehungsweise 22 gelöst. Vorteilhafte Weiterbildungen der Erfindung sind Gegenstand der abhängigen Ansprüche.

Erfindungsgemäß ist vorgesehen, den Grundkörper des Halbleiterbauelements so auszuführen, daß in der zur Aufnahme des Halbleiterkörpers gebildeten Ausnehmung in der unmittelbaren Umgebung des Halbleiterkörpers ein gesonderter, napfförmiger Bereich ausgeformt ist, der das Lumineszenzkonversionselement enthält. Gegenüber einer großvolumigen, die gesamte Ausnehmung füllenden Umhüllung des Halbleiterkörpers mit dem Lumineszenzkonversionselement besitzt diese Anordnung den Vorteil, daß das Fluoreszenzlicht aus nahezu demselben Volumen wie das Primärlicht abgestrahlt wird, wodurch ein besonders gleichmäßiger Farbeindruck entsteht.

Bei einer besonders bevorzugten Ausführungsform ist der gesonderte Bereich zur Aufnahme des Lumineszenzkonversionselements durch eine Vertiefung innerhalb der Ausnehmung geformt. Eine weitere besonders bevorzugte Ausführungsform besteht darin, den gesonderten Bereich durch eine ringförmige Einfassung auf dem Grund der Ausnehmung auszubilden. Bei beiden

Ausführungsformen können mit großem Vorteil Gehäuse mit Standardformen als Grundkörper verwendet werden.

5      Vorteilhafterweise sind die Seitenflächen der Vertiefung beziehungsweise der ringförmigen Einfassung so geformt, daß die Seitenflächen als Reflektor für die erzeugte Strahlung dienen und so die Strahlungsausbeute erhöht wird.

10      Eine vorteilhafte Weiterbildung der Erfindung besteht darin, daß in den Grundkörper ein Leiterraum so eingebettet ist, daß ein Teil des Leiterraums die Bodenfläche der Vertiefung bei der einen oben beschriebenen Ausführungsform bildet oder daß auf dem Leiterraum die ringförmige Einfassung der anderen oben beschriebenen Ausführungsform geformt ist. Der Halbleiterkörper ist bei dieser Weiterbildung auf dem Leiterraum angebracht, wobei die elektrische Kontaktierung direkt (chip bonding) oder mittels Drahtverbindung (wire bonding) hergestellt sein kann. Diese sogenannte Leiterraumtechnik wird vielfach bei strahlungsemitierenden Halbleiterbauelementen angewandt und kann mit Vorteil auch bei der vorliegenden Erfindung eingesetzt werden.

25      Zum Schutz des Halbleiterkörpers und des Lumineszenzkonversionselements kann die Ausnehmung mit einer strahlungsdurchlässigen Füllmasse, beispielsweise einer Vergußmasse, gefüllt sein. Vorzugsweise enthält diese Füllmasse ein Reaktionsharz, beispielsweise ein Acrylharz, ein Epoxidharz, ein Silikonharz oder eine Mischung dieser Harze. Durch eine geeignete Formgebung der Füllmasse kann eine Linsenwirkung oder eine Streuwirkung erzielt werden, die die Abstrahlungseigenschaften des erfindungsgemäßen Bauelements weiter verbessert oder wunschgemäß modifiziert. Auch kann es für automatische Bestückungsanlagen von Vorteil sein, mittels der Füllmasse bei dem Bauelement eine plane Oberfläche auszubilden, da solche Bauelemente von Bestückungsautomaten leichter aufgenommen und positioniert werden können (pick and place-Verfahren).

Bei einer aufgrund besonders einfacher Realisierbarkeit bevorzugten Ausführungsform besteht das Lumineszenzkonversionselement aus einem oder mehreren Leuchtstoffen, die in eine Matrix eingebettet sind. Als Matrix eignen sich hinsichtlich

5 Mischbarkeit, Formbarkeit und Handhabung besonders Acrylharze, Epoxidharze und Silikonharze sowie Mischungen hiervon.

Als Leuchtstoff können einerseits organische Verbindungen wie beispielsweise Perylenfarbstoffe oder 4f-metallorganische

10 Verbindungen eingemischt werden. So lassen sich Leuchtstoffe wie BASF Lumogen F083, Lumogen F240 und Lumogen F300 auf einfache Weise transparentem Epoxidharz zusetzen.

Ein weißer Gesamtfarbeindruck kann durch Verwendung von anorganischen Leuchtstoffen erreicht werden. Hierfür eignen sich insbesondere mit Seltenen Erden dotierte Granate sowie mit Seltenen Erden dotierte Erdalkalisulfide.

15

Effiziente Leuchtstoffe sind hierbei Verbindungen, die der

20 Formel  $A_3B_5O_{12}:M$  genügen (sofern sie nicht unter den üblichen Herstellungs- und Betriebsbedingungen instabil sind). Darin bezeichnet A mindestens ein Element der Gruppe Y, Lu, Sc, La, Gd, Tb und Sm, B mindestens ein Element der Gruppe Al, Ga und In und M mindestens ein Element der Gruppe Ce und Pr, vorzugsweise Ce. Besonders bevorzugt sind hierbei als Leuchtstoff YAG:Ce ( $Y_3Al_5O_{12}:Ce^{3+}$ ), TbYAG:Ce ( $(Y_xTb_{1-x})_3Al_5O_{12}:Ce^{3+}$ ,  $0 \leq x \leq 1$ ), GdYAG:Ce ( $(Gd_xY_{1-x})_3Al_5O_{12}:Ce^{3+}$ ,  $0 < x < 1$ ), GdTbYAG:Ce ( $(Gd_xTb_yY_{1-x-y})_3Al_5O_{12}:Ce^{3+}$ ,  $0 < x < 1, 0 < y < 1$ ) sowie hierauf basierende Gemische. Dabei kann Al zumindest teilweise durch Ga oder In

25

30 ersetzt sein. Weiter bevorzugt sind die Verbindungen  $SrS:Ce^{3+}, Na, SrS:Ce^{3+}, Cl, SrS:CeCl_3, CaS:Ce^{3+}, SrSe:Ce^{3+}$  und  $Y_3Ga_5O_{12}:Ce^{3+}$ .

Zur Erzeugung von verschiedenartig mischfarbigem Licht eignen sich mit Seltenen Erden dotierte Thiogallate wie beispielsweise  $CaGa_2S_4:Ce^{3+}$  oder  $SrGa_2S_4:Ce^{3+}$ . Ebenso ist hierzu die Verwendung von mit Seltenen Erden dotierten Aluminaten wie

35

beispielsweise  $\text{YAlO}_3:\text{Ce}^{3+}$  und  $\text{YAl}_{1-x}\text{Ga}_x\text{O}_3:\text{Ce}^{3+}$ ,  $0 \leq x \leq 1$  und mit Seltenen Erden dotierten Orthosilikaten  $\text{M}'_2\text{SiO}_5:\text{Ce}^{3+}$  ( $\text{M}': \text{Sc}, \text{Y}, \text{La}$ ) wie beispielsweise  $\text{Y}_2\text{SiO}_5:\text{Ce}^{3+}$  denkbar. Bei allen Yttriumverbindungen kann Yttrium im Prinzip durch Scandium oder Lanthan

5 ersetzt werden. Die jeweilige Zusammensetzung des Leuchtstoffs bestimmt sich dabei in erster Linie aus dem gewünschten Gesamtfarbeindruck sowie der Zentralwellenlängen des Primärlichts.

- 10 Bei einer weiteren besonders bevorzugten Ausführungsform werden als Matrix für das Lumineszenzkonversionselement und als Füllmasse in der Ausnehmung verschiedene Materialien verwendet. Dabei kann mit Vorteil für das Lumineszenzkonversionselement ein Material verwendet werden, daß hinsichtlich
- 15 Mischbarkeit mit dem Leuchtstoff und Strahlungsbeständigkeit optimal ist, während für die Füllmasse ein Material gewählt wird, das sich aufgrund seiner Transparenz und seiner mechanischen Beständigkeit besonders eignet.
- 20 Durch diese zusätzliche Variationsmöglichkeit bei der Wahl der Füllmasse und Matrix des Lumineszenzkonversionselements können so vorteilhafterweise weitere Randbedingungen bei der Gestaltung eines strahlungsemittierenden Halbleiterbauelements mit Lumineszenzkonversionselement erfüllt werden.

25

- Mit besonderem Vorteil können bei erfindungsgemäßen Bauelementen Halbleiterkörper verwendet werden, die Licht mit einer Zentralwellenlänge unter 460 nm abstrahlen. Die Verwendung solcher Halbleiterkörper ist bei den oben beschriebenen Bauelementen nach dem Stand der Technik nicht sinnvoll, da Licht
- 30 in diesem Wellenlängenbereich die Füllmasse schädigen kann, so daß die Füllmasse dadurch sehr schnell altert. Dieser Nachteil ist bei erfindungsgemäßen Bauelementen gemindert, da ein Teil der Primärstrahlung sehr nahe am Halbleiterkörper
- 35 konvertiert wird, so daß der Anteil der kurzwelligen Strahlung in der Füllmasse reduziert ist und insgesamt die Lebensdauer des Bauelements verlängert wird.

Bevorzugt wird als Matrix für das Lumineszenzkonversionselement ein Silikonharz verwendet, das sich durch eine besonders hohe Strahlungsbeständigkeit im grünen, blauen und ultravioletten Spektralbereich auszeichnet. Die Verwendung von Silikonharzen ist besonders vorteilhaft in Verbindung mit Halbleiterkörper, die Strahlung mit einer Wellenlänge unter 430 nm emittieren. Strahlung in diesem Spektralbereich kann bei anderen Harzen zu Strahlungsschäden führen, die die Lebensdauer des Bauelements deutlich reduzieren. Ein Lumineszenzkonversionselement mit einer Silikonharzmatix kann bei der Erfindung mit einer das Lumineszenzkonversionselement abdeckenden Füllmasse auf des Basis eines Epoxidharzes kombiniert werden. Epoxidharze zeichnen sich hierbei durch hohe Transparenz und mechanische Stabilität aus.

Mit besonderem Vorteil lassen sich mit erfindungsgemäßen Bauteilen Weißlichtleuchtdioden realisieren, wie sie in der oben genannten Druckschrift WO 97/50132 beschrieben sind. Leuchtstoff und Halbleiterkörper sind hier so aufeinander abgestimmt, daß die Farben von Primärlicht und Fluoreszenzlicht zueinander komplementär sind. Durch additive Farbmischung wird der Eindruck weißen Lichts hervorgerufen. Der Inhalt der Druckschriften WO 97/50132 und WO 98/12757 wird zum Inhalt dieser Beschreibung gemacht.

Eine Mehrzahl von beanspruchten Bauelementen kann zu größeren Beleuchtungseinheiten zusammengefügt werden. Solche Beleuchtungseinheiten, gegebenenfalls mit matrixartiger Anordnung der Bauelemente, zeichnen sich durch hohe Leuchtdichte und besonders homogenen Gesamtfarbeindruck aus.

Mit besonderem Vorteil eignen sich die erfindungsgemäßen Bauelemente als Lichtquellen in abbildenden Linsensystemen. Da Primär- und Fluoreszenzlicht aus räumlich eng benachbarten und etwa gleich großen Volumina abgestrahlt werden, sind die chromatischen Verzerrungen, die ein solches Linsensystem hervorruft, deutlich geringer als bei Lichtquellen nach dem oben

genannten Stand der Technik. Weiterhin ist es daher vorteilhafterweise möglich, die Abstrahlungscharakteristik eines erfindungsgemäßen Bauelements mittels einer oder mehrerer Linsen ohne Veränderung des Gesamtfarbeindrucks zu modifizieren.

5

Ausgangspunkt des erfindungsgemäßen Herstellungsverfahrens für ein strahlungsemittierendes Halbleiterbauelement mit Lumineszenzkonversionselement stellt ein Grundkörper mit einer Ausnehmung dar, in dem ein Leiterraum eingebettet ist, so  
10 daß ein Teilbereich des Leiterraums die Bodenfläche der Ausnehmung bildet. Zunächst wird der Leiterraum mit einer Formmasse überspritzt, wobei der Chipanschlußbereich ausgespart wird. Diese Aussparung bildet den gesonderten Bereich zur Aufnahme des Lumineszenzkonversionselements. Danach wird  
15 der Halbleiterkörper auf den Chipanschlußbereich des Leiterraums montiert und es werden die für den Betrieb erforderlichen elektrischen Verbindungen zwischen Halbleiterkörper und Leiterraum hergestellt. Im nächsten Schritt wird der ausgesparte Bereich mit dem Lumineszenzkonversionselement ge-  
20 füllt, wobei der Halbleiterkörper vollständig in das Lumineszenzkonversionselement eingebettet wird.

Bei einem weiteren erfindungsgemäßen Herstellungsverfahren wird ebenfalls als Ausgangsprodukt ein Grundkörper mit Aus-  
25 nehmung verwendet, in dem ein Leiterraum so eingebettet ist, daß ein Teil des Leiterraums die Bodenfläche der Ausnehmung bildet. Auf dem Leiterraum wird um den Chipanschlußbereich herum mit einer Formmasse eine ringförmige Einfassung ausgebildet. Der Innenbereich dieser Einfassung bil-  
30 det den gesonderten Bereich zur Aufnahme des Lumineszenzkonversionselements. Innerhalb dieser Einfassung wird auf dem Chipanschlußbereich des Leiterraums der Halbleiterkörper aufgebracht und es werden die für den Betrieb erforderlichen elektrischen Verbindungen zwischen Halbleiterkörper und Lei-  
35 terrahmen hergestellt. Im nächsten Schritt wird die Einfassung mit dem Lumineszenzkonversionselement ausgefüllt, wobei

der Halbleiterkörper vollständig in das Lumineszenzkonversionselement eingebettet wird.

5 Beide Verfahren besitzen den Vorteil, daß als Ausgangsmaterial Standardgehäuse beziehungsweise Grundkörper mit Standardgehäuseformen verwendet werden können. Die Ausformung des gesonderten Bereichs zur Aufnahme des Lumineszenzkonversionselements kann leicht in dem Herstellungsprozeß des erfindungsgemäßen Bauelements integriert werden.

10

Bei einer vorteilhaften Weitergestaltung der Erfindung wird die Ausnehmung mit einer strahlungsdurchlässigen Füllmasse, beispielsweise einer entsprechenden Vergußmasse, gefüllt. Da die Umhüllung des Halbleiterkörpers in zwei Schritten erfolgt, werden vorteilhafterweise Delamination des Halbleiterkörpers von der Umhüllung und Rissbildung in der Umhüllung vermindert und dadurch Feuchtebeständigkeit und Lebensdauer des Bauelements erhöht.

20 Weitere Merkmale und Vorteile ergeben sich aus der nachfolgenden Beschreibung von vier Ausführungsbeispielen in Verbindung mit den Figuren 1 bis 4.

Es zeigen:

25

Figur 1 eine schematische Schnittansicht eines ersten Ausführungsbeispiels eines erfindungsgemäßen strahlungsemitierenden Halbleiterbauelements mit Lumineszenzkonversionselement,

30

Figur 2 eine schematische Schnittansicht eines zweiten Ausführungsbeispiels eines erfindungsgemäßen strahlungsemitierenden Halbleiterbauelements mit Lumineszenzkonversionselement,

35

Figur 3 eine schematische Darstellung eines ersten Ausführungsbeispiels eines erfindungsgemäßen Herstellungsverfahrens und

- 5 Figur 4 eine schematische Darstellung eines zweiten Ausführungsbeispiels eines erfindungsgemäßen Herstellungsverfahrens.

10 In den verschiedenen Figuren sind gleiche beziehungsweise gleichwirkende Teile mit demselben Bezugszeichen versehen.

Das in Figur 1 gezeigte erfindungsgemäße Halbleiterbauelement besitzt als Grundkörper 1 ein Standardgehäuse. Dies kann beispielsweise ein oberflächenmontierbares LED-Gehäuse sein, das aus einem Thermoplast besteht. Die Seitenwände 5 sind leicht angeschrägt und wirken als Reflektor für die erzeugte Strahlung. In den Grundkörper 1 ist ein Leiterraum 2 integriert. Auf den Chipanschlußbereich 12 des Leiterraums 2 ist der Halbleiterkörper 3 gebondet und über eine Drahtverbindung 4 mit dem Drahtanschlußbereich 11 des Leiterraums 2 elektrisch verbunden. Je nach Gestaltung des Halbleiterkörpers kann die Kontaktierung des Halbleiterkörpers 3 auch über mehrere Drahtverbindungen erfolgen.

25 Um den Halbleiterkörper 3 herum ist ein kleinerer Reflektoring 6 ausgebildet. Vorzugsweise kann als Material für diesen Reflektoring ebenfalls ein Thermoplast verwendet werden. Der Reflektoring 6 ist mit dem Lumineszenzkonversionselement gefüllt, das aus einer Suspension des Leuchtstoffs 8 in einer Matrix wie beispielsweise Silikon besteht. Silikon eignet sich aufgrund seiner Alterungsstabilität insbesondere bei der Verwendung kurzwellig (blau, UV) emittierender Halbleiterkörper 3.

35 Als Bauhöhe des Reflektorrings 6 haben sich Maße zwischen 0,3 mm und 0,7 mm als besonders vorteilhaft erwiesen. Reflektoren dieser Größe gewährleisten einerseits eine vollständige



Einhüllung des Halbleiterkörpers 3 mit dem Lumineszenzkonversionselement 7, ohne andererseits das Volumen des Lumineszenzkonversionselements 7 unnötig zu vergrößern.

- 5 Hierbei ist es von besonderem Vorteil, den Reflektorring 6 mit scharfen Kanten 9 auszubilden. Dies bewirkt, daß bei der Befüllung des Reflektorrings 6 die Leuchtstoffsuspension aufgrund ihrer Oberflächenspannung eine Kuppe über dem Reflektorring 6 ausbildet, wodurch weitergehend die vollständige  
10 Einbettung des Halbleiterkörpers 3 in das Lumineszenzkonversionselement 7 sichergestellt wird.

Der verbleibende Teil der Ausnehmung ist mit einem transparentem Verguß 13 wie beispielsweise Epoxidharz gefüllt.

15

- Das in Figur 2 gezeigte erfindungsgemäße Halbleiterbauelement unterscheidet sich von dem in Figur 1 gezeigten Bauelement darin, daß der Bereich um den Halbleiterkörper 3 zur Aufnahme des Lumineszenzkonversionselements 7 durch eine Vertiefung  
20 über den Chipanschlußbereich 12 des Leiterrahmens 2 ausgebildet ist. Dazu ist der Leiterrahmen 2 von einer dünnen Formmasseschicht 10 (Höhe vorzugsweise ebenfalls 0,3 mm bis 0,7 mm) bedeckt, wobei die Vertiefung durch eine Aussparung der Formmasseschicht 10 über dem Chipanschlußbereich 12 ge-  
25 bildet ist. Wie im vorangehend beschriebenen Ausführungsbeispiel kann eine Ausführung der Aussparung mit scharfen Kanten 9 zur Ausbildung einer Kuppe des Lumineszenzkonversionselements 7 über dem Halbleiterkörper 3 vorteilhaft sein. Der von der Formmasse ausgesparte Bereich um den Halbleiterkörper 3  
30 herum ist mit dem Lumineszenzkonversionselement 7 gefüllt.

- Bei dem gezeigten Ausführungsbeispiel ist weiterhin der Drahtanschlußbereich 11 von der Formmasseschicht 10 ausgespart. Diese Aussparung ist so gestaltet, daß die Seitenflächen der Aussparung von den Gehäuseseitenflächen 5 abgesetzt  
35 sind. Dies verhindert, daß Teile der Leuchtstoffsuspension, die bei der Herstellung in die Aussparung über dem Drahtan-

schlußbereich 11 eindringen können, an der Gehäusewand 5 hinauffließen. Dieses Hinauffließen wird unter anderem durch die Rauigkeit der Gehäusewand 5 begünstigt und ist unerwünscht, da dadurch der Abstrahlungsbereich des Fluoreszenzlichts vergrößert wird.

In Figur 3 ist schematisch ein Ausführungsbeispiel eines erfindungsgemäßen Herstellungsverfahrens gezeigt.

Im ersten Schritt wird der Grundkörper 1 mit Ausnahme und intergriertem Leiterrahmen 2 hergestellt, Figur 3a, beispielsweise durch Umspritzen des Leiterrahmens 2 mit der Gehäuseformmasse in einem Spritzgußverfahren.

Im nächsten Schritt wird der Leiterrahmen 2 mit der Formmasse, beispielsweise PPA, überspritzt, so daß der Leiterrahmen 2 von einer Formmasseschicht 10 mit gleichbleibender Dicke abgedeckt wird. Der Chipanschlußbereich 12 und der Drahtanschlußbereich 11 des Leiterrahmens 2 wird dabei freigehalten, Figur 3b. Alternativ kann die in Figur 3b gezeigte Gehäuseform natürlich auch in einem einzigen Verfahrensschritt hergestellt werden.

Daraufhin wird der Halbleiterkörper 3 auf den Chipanschlußbereich 12 gebondet und die Drahtverbindung 4 zwischen Halbleiterkörper 3 und Leiterrahmen 2 hergestellt, Figur 3c. Nach Abschluß des Bondings wird die Aussparung um den Halbleiterkörper 3 mit dem Lumineszenzkonversionselement 7, beispielsweise einer Suspension eines Leuchtstoffs in einem Kunstharz gefüllt, Figur 3d.

Abschließend kann ein Verguß 13 des Bauelements mit einem strahlungsdurchlässigen Material wie beispielsweise Epoxidharz erfolgen, Figur 3e. Je nach Anforderung an das Bauelement kann die Oberfläche des Vergusses plan, linsenartig, genoppt oder als Streuscheibe ausgeführt werden.

Bei dem in Figur 4 gezeigten Ausführungsbeispiel eines erfindungsgemäßen Herstellungsverfahrens wird im ersten Schritt ebenfalls der Grundkörper 1 mit Ausnahme und eingebettetem

Leiterrahmen 2 hergestellt, Figur 4a.

Danach wird ein den Chipanschlußbereich 12 umgebender Reflektorring 6 auf den Leiterrahmen 2 aufgespritzt, Figur 4b. Auch hier kann die Herstellung des Grundkörpers 1 und des Reflektor-

5 torrings 6 in einem einzigen Herstellungsschritt erfolgen.

Der Halbleiterkörper 3 wird daraufhin auf den Chipanschlußbereich 12 des Leiterrahmens 2 montiert und kontaktiert, Figur 4c. Im nächsten Schritt wird der Reflektorring 6 mit dem Lu-

10 mineszenzkonversionselement 7 in Form einer Leuchtstoffsuspension gefüllt, wobei sich aufgrund der scharfkantigen Berandung 9 des Reflektorring 6 und der Oberflächenspannung der Leuchtstoffsuspension eine Kuppe über dem Halbleiterkörper 3 ausbildet, Figur 4d. Dadurch wird eine vollständige Um-

15 hüllung des Halbleiterkörpers 3 gewährleistet, ohne das Volumen des Lumineszenzkonversionselements 7 unnötig zu vergrößern.

Wie im vorangegangenen Ausführungsbeispiel kann danach das Bauelement vergossen werden, Figur 4e.

20 Die Erläuterung der Erfindung anhand der oben beschriebenen Ausführungsbeispiele ist natürlich nicht als Beschränkung der Erfindung zu verstehen.

## Patentansprüche

1. Strahlungsemittierendes Halbleiterbauelement mit einem Grundkörper (1), in dem eine Ausnehmung vorgesehen ist, mindestens einem Halbleiterkörper (3) und einem Lumineszenzkonversionselement (7),  
dadurch gekennzeichnet, daß die Ausnehmung einen napfartig ausgeformten Teilbereich aufweist, in dem der Halbleiterkörper (3) angeordnet ist und der mit dem Lumineszenzkonversionselement (7) gefüllt ist, wobei das Lumineszenzkonversionselement (7) eine Grenzfläche aufweist, die den napfartigen Teilbereich gegen den übrigen Innenraum der Ausnehmung abgrenzt.
2. Strahlungsemittierendes Halbleiterbauelement nach Anspruch 1,  
dadurch gekennzeichnet, daß der napfartige Teilbereich durch eine Vertiefung innerhalb der Ausnehmung geformt ist.
3. Strahlungsemittierendes Halbleiterbauelement nach Anspruch 2,  
dadurch gekennzeichnet, daß ein Leiterraum (2) in den Grundkörper (1) so eingebettet ist, daß ein Teilbereich des Leiterraums (2) die Bodenfläche der Vertiefung bildet.
4. Strahlungsemittierendes Halbleiterbauelement nach Anspruch 1,  
dadurch gekennzeichnet, daß der napfartige Teilbereich durch eine ringförmige Einfassung (6) auf dem Grund der Ausnehmung geformt ist.
5. Strahlungsemittierendes Halbleiterbauelement nach Anspruch 4,  
dadurch gekennzeichnet, daß

ein Leiterrahmen (2) in den Grundkörper (1) eingebettet ist, so daß ein Teilbereich des Leiterrahmens (2) die Bodenfläche der Ausnehmung bildet und die ringförmige Einfassung (6) auf dem Leiterrahmen (2) ausgebildet ist.

5

6. Strahlungsemittierendes Halbleiterbauelement nach einem der Ansprüche 1 bis 5,  
dadurch gekennzeichnet, daß  
der Grundkörper (1) mit der den napfartigen Teilbereich auf-  
weisenden Ausnehmung einstückig gebildet ist.

10

7. Strahlungsemittierendes Halbleiterbauelement nach einem der Ansprüche 1 bis 6,  
dadurch gekennzeichnet, daß  
der Grundkörper (1) mittels eines Spritzguß- oder eines  
Spritzpreßverfahrens gebildet ist.

15

8. Strahlungsemittierendes Halbleiterbauelement nach einem der Ansprüche 2 bis 7,  
dadurch gekennzeichnet, daß  
die Seitenwände der Vertiefung beziehungsweise die Innenseite  
der ringförmigen Einfassung (6) als Reflektor dienen.

20

9. Strahlungsemittierendes Halbleiterbauelement nach einem der Ansprüche 1 bis 8,  
dadurch gekennzeichnet, daß  
die Ausnehmung zumindest teilweise mit einer strahlungsdurch-  
lässigen Füllmasse (13) gefüllt ist, die an das Lumineszenz-  
konversionselement (7) grenzt.

25

30

10. Strahlungsemittierendes Halbleiterbauelement nach Anspruch 9,  
dadurch gekennzeichnet, daß  
die Füllmasse (13) ein Reaktionsharz enthält ist.

35

11. Strahlungsemittierendes Halbleiterbauelement nach Anspruch 9 oder 10,

d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t, daß  
die Füllmasse (13) ein Acrylharz, ein Epoxidharz, ein Sili-  
konharz oder eine Mischung dieser Harze enthält.

- 5 12. Strahlungsemittierendes Halbleiterbauelement nach einem  
der Ansprüche 3 bis 11,  
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t, daß  
der Leiterraum (2) einen Chipanschlußbereich (12) und einen  
Drahtanschlußbereich (11) aufweist und daß der Halbleiterkör-  
10 per auf dem Chipanschlußbereich (12) aufgebracht ist und mit  
dem Drahtanschlußbereich (11) durch eine Drahtverbindung (4)  
verbunden ist.

- 15 13. Strahlungsemittierendes Halbleiterbauelement nach einem  
der Ansprüche 1 bis 12,  
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t, daß  
das Lumineszenzkonversionselement (7) mindestens einen orga-  
nischen oder anorganischen Leuchtstoff enthält, der in eine  
Matrix eingebettet ist.

- 20 14. Strahlungsemittierendes Halbleiterbauelement Anspruch 13,  
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t, daß  
das Lumineszenzkonversionselement (7) YAG:Ce, TbYAG:Ce,  
GdYAG:Ce, GdTbYAG:Ce oder hierauf basierende Gemische ent-  
25 hält, wobei Al zumindest teilweise durch Ga oder In ersetzt  
sein kann.

15. Strahlungsemittierendes Halbleiterbauelement nach An-  
spruch 13 oder 14,  
30 d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t, daß  
die Matrix ein Reaktionsharz enthält.

16. Strahlungsemittierendes Halbleiterbauelement nach einem  
der Ansprüche 13 bis 15,  
35 d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t, daß  
die Matrix ein Acrylharz, Epoxidharz oder Silikonharz oder  
eine Mischung dieser Harze enthält.

17. Strahlungsemittierendes Halbleiterbauelement nach einem der Ansprüche 13 bis 16,  
dadurch gekennzeichnet, daß  
die Füllung der Ausnehmung und die Matrix des Lumineszenzkon-  
versionselements (7) verschiedene Zusammensetzungen aufwei-  
sen.

18. Strahlungsemittierendes Halbleiterbauelement nach Anspruch 13 bis 17,  
dadurch gekennzeichnet, daß  
die Ausnehmung mit einer ein Epoxidharz enthaltenden Füllmasse (13) gefüllt ist und die Matrix ein Silikonharz enthält.

19. Strahlungsemittierendes Halbleiterbauelement nach einem der Ansprüche 1 bis 18,  
dadurch gekennzeichnet, daß  
die Zentralwellenlänge der von dem Halbleiterkörper (3) im Betrieb emittierten Strahlung unter 460 nm liegt.

20. Strahlungsemittierendes Halbleiterbauelement nach einem der Ansprüche 1 bis 19,  
dadurch gekennzeichnet, daß  
die Farbe der von dem Halbleiterkörper (3) im Betrieb emittierten Strahlung und die Farbe des von dem Lumineszenzkonversionselement (7) emittierten Lichts zueinander komplementär sind, so daß der Eindruck weißen Lichts hervorgerufen wird.

21. Verfahren zur Herstellung eines strahlungsemittierenden Halbleiterbauelements mit Lumineszenzkonversionselement (7),  
gekennzeichnet durch  
die Schritte  
- Herstellen eines Grundkörpers (1) mit einer Ausnehmung und einem eingebetteten Leiterraum (2),  
- Überspritzen des Leiterraums (2) mit einer Formmasse, wobei bei der Chipanschlußbereich (12) des Leiterraums (2) zur Bildung eines napfartigen Teilbereichs ausgespart wird,

- Aufbringen eines Halbleiterkörpers (3) auf den Chipanschlußbereich (12) und Kontaktieren des Halbleiterkörpers (3),
  - Füllen des napfartigen Teilbereichs über dem Chipanschlußbereich (12) mit dem Lumineszenzkonversionselement (7) derart, daß eine Grenzfläche des Lumineszenzkonversionselements (7) den napfartigen Teilbereich gegen den übrigen Innenraum der Ausnehmung abgrenzt.
- 10 22. Verfahren zur Herstellung eines strahlungsemittierenden Halbleiterbauelements mit Lumineszenzkonversionselement, gekennzeichnet durch die Schritte
- Herstellen eines Grundkörpers (1) mit Ausnehmung und eingebettetem Leiterraum (2),
  - Ausbilden einer ringförmigen Einfassung (6) um den Chipanschlußbereich (12) zur Formung eines napfartigen Teilbereichs,
  - Aufbringen eines Halbleiterkörpers (3) auf den Chipanschlußbereich (12) und Kontaktierung des Halbleiterkörpers (3),
  - Füllen des Innenbereichs der Einfassung (6) mit dem Lumineszenzkonversionselement (7).
- 25 23. Verfahren nach Anspruch 22, dadurch gekennzeichnet, daß der Innenbereich der Einfassung derart mit dem Lumineszenzkonversionselement (7) gefüllt wird, daß eine Grenzfläche des Lumineszenzkonversionselements (7) den napfartigen Teilbereich gegen den übrigen Innenraum der Ausnehmung abgrenzt.
- 30 24. Verfahren nach einem der Ansprüche 21 bis 23, dadurch gekennzeichnet, daß der Grundkörper mittels einer Spritzguß- oder Spritzpreßverfahrens hergestellt wird.
- 35



25. Verfahren nach einem der Ansprüche 21 bis 24, dadurch gekennzeichnet, daß die Ausnehmung mit einer strahlungsdurchlässigen Füllmasse (13) gefüllt wird.

5

26. Verwendung einer Mehrzahl von strahlungsemittierenden Halbleiterbauelementen nach einem der Ansprüche 1 bis 20 in einer LED-Beleuchtungseinheit.

10

27. Verwendung einer Mehrzahl von strahlungsemittierenden Halbleiterbauelementen nach einem der Ansprüche 1 bis 20 in einer LED-Beleuchtungseinheit, in der die strahlungsemittierenden Halbleiterbauelemente nach einem der Ansprüche 1 bis 18 matrixartig angeordnet sind.

15

28. Verwendung eines strahlungsemittierenden Halbleiterbauelements nach einem der Ansprüche 1 bis 20 als Lichtquelle in einer abbildenden Optik.

FIG 1

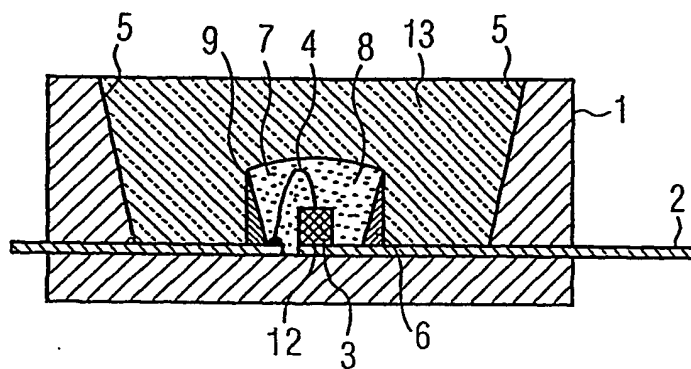


FIG 2

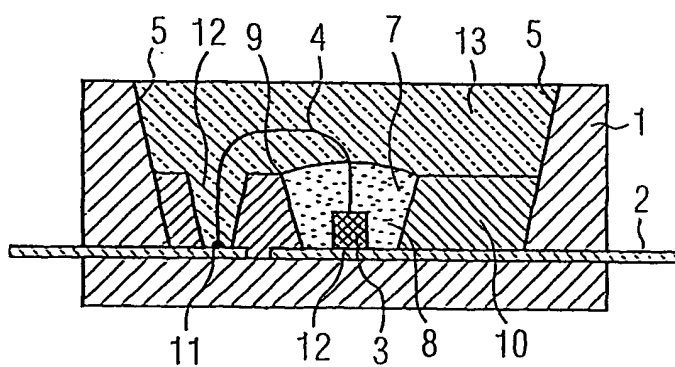


FIG 3

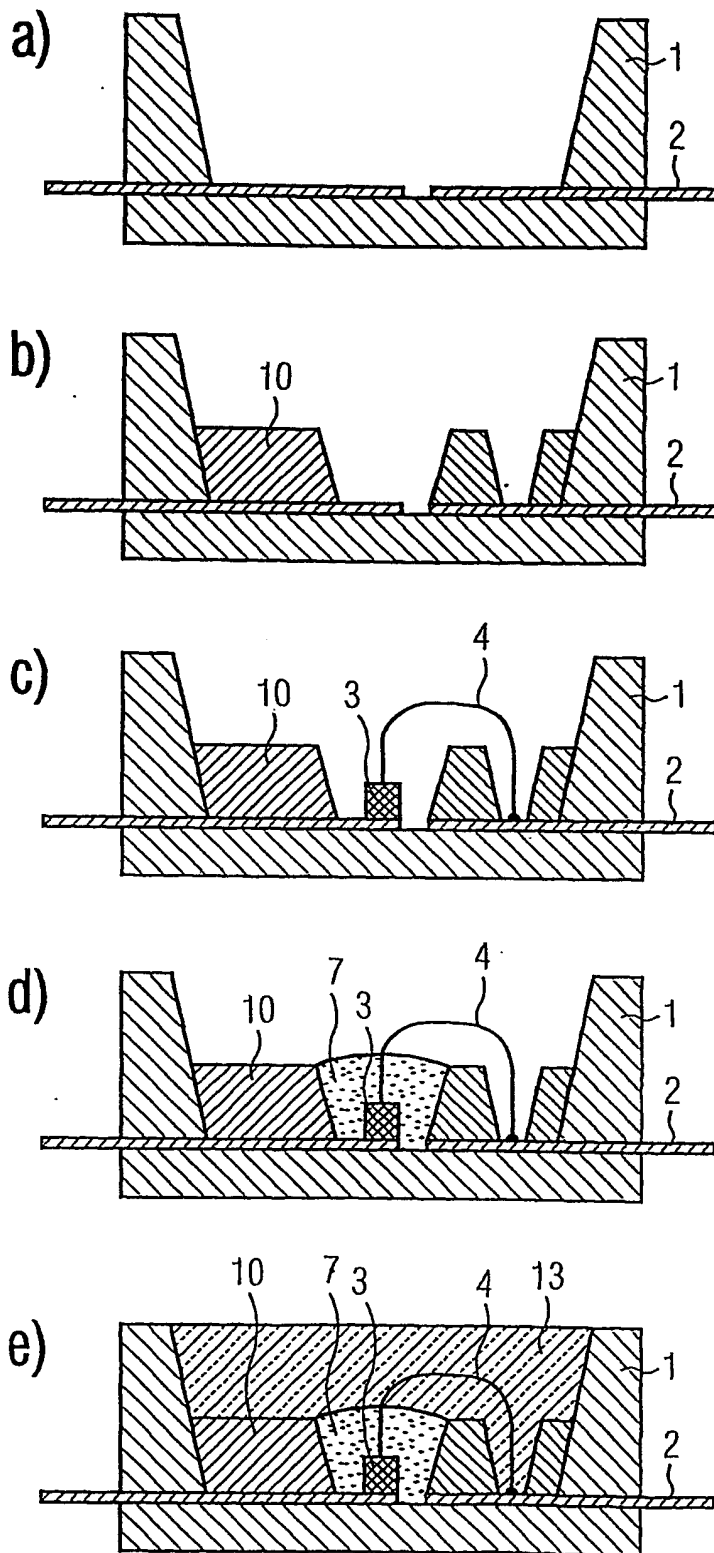
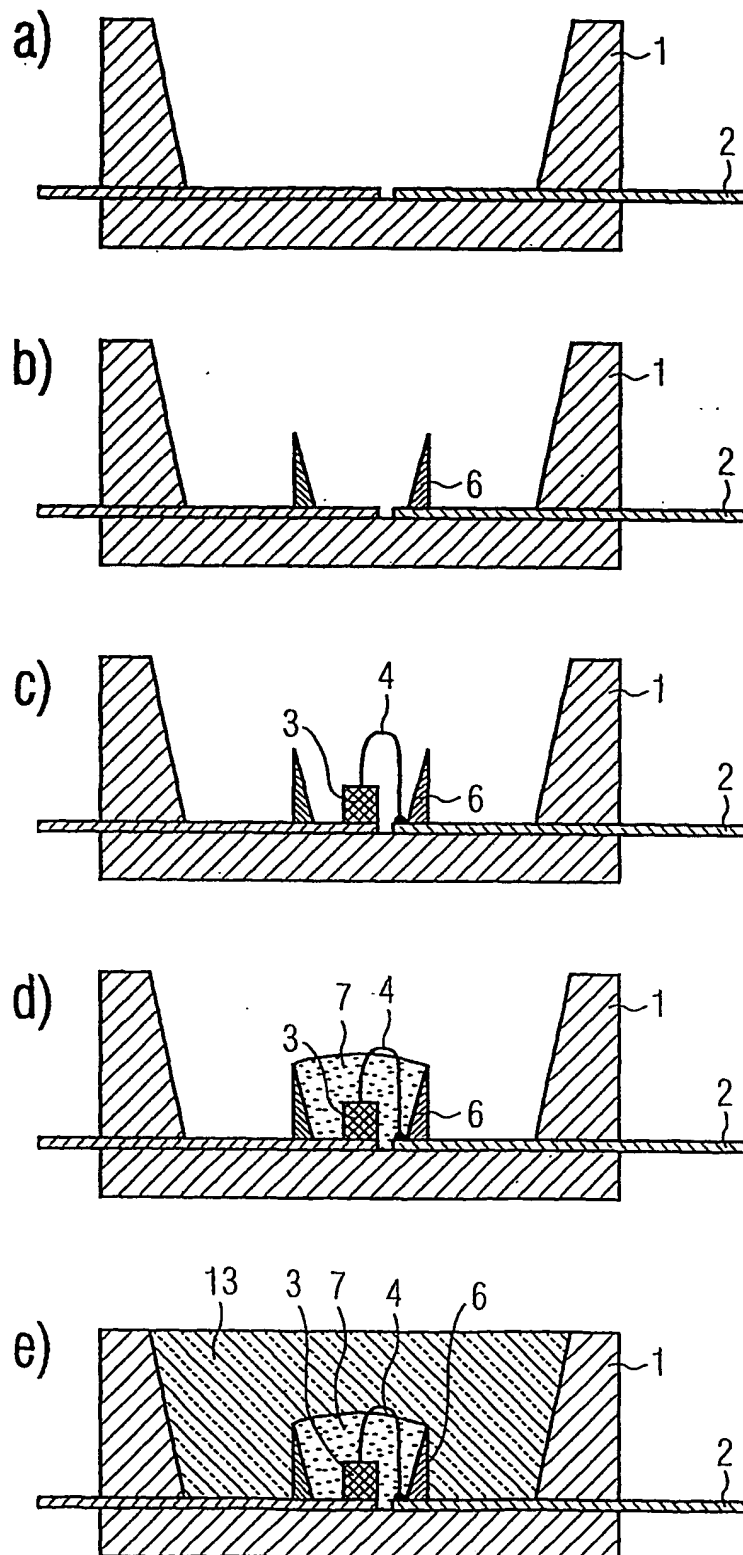


FIG 4



## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No.

PCT/DE 01/01601

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER  
IPC 7 H01L33/00

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

## B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

IPC 7 H01L

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

EPO-Internal

## C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 1998, no. 13, 30 November 1998 (1998-11-30) -& JP 10 228249 A (NICHIA CHEM IND), 25 August 1998 (1998-08-25) paragraphs '0016!-'0042!	1-8, 12-16, 19-24, 26-28
Y	—	9-11, 17, 18
Y	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 1999, no. 08, 30 June 1999 (1999-06-30) -& JP 11 068166 A (SANKEN ELECTRIC CO), 9 March 1999 (1999-03-09) paragraphs '0007!-'0011!, '0016!, '0017!	9-11, 17, 18
A	US 3 875 456 A (KANO T ET AL) 1 April 1975 (1975-04-01) examples 2,4	1,8-13, 17,18
	— -/-	

☒ Further documents are listed in the continuation of box C.☒ Patent family members are listed in annex.

## \* Special categories of cited documents:

- \*A\* document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
- \*E\* earlier document but published on or after the international filing date
- \*L\* document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
- \*O\* document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
- \*P\* document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

- \*T\* later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
- \*X\* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
- \*Y\* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art
- \*&\* document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

10 August 2001

Date of mailing of the international search report

21/08/2001

Name and mailing address of the ISA

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2  
NL - 2280 HV Rijswijk  
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,  
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

van der Linden, J.E.

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No

PCT/DE 01/01601

## C.(Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	WO 97 12386 A (SIEMENS AG) 3 April 1997 (1997-04-03) the whole document	1-8, 21-24
P,X	WO 01 24281 A (OSRAM OPTO SEMICONDUCTORS) 5 April 2001 (2001-04-05)  page 7, line 32 -page 8, line 16	1,4,5, 7-20, 22-28

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International Application No

PCT/DE 01/01601

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
JP 10228249 A	25-08-1998	NONE	
JP 11068166 A	09-03-1999	JP 2947344 B	13-09-1999
US 3875456 A	01-04-1975	JP 48102585 A	22-12-1973
WO 9712386 A	03-04-1997	DE 19536454 A	03-04-1997
		EP 0852816 A	15-07-1998
WO 0124281 A	05-04-2001	DE 19947044 A	17-05-2001

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES  
IPK 7 H01L33/00

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPK) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPK

## B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierte Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)  
IPK 7 H01L

Recherchierte aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

EPO-Internal

## C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 1998, no. 13, 30. November 1998 (1998-11-30) -& JP 10 228249 A (NICHIA CHEM IND), 25. August 1998 (1998-08-25)	1-8, 12-16, 19-24, 26-28
Y	Absätze '0016!-'0042!	9-11,17, 18
Y	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 1999, no. 08, 30. Juni 1999 (1999-06-30) -& JP 11 068166 A (SANKEN ELECTRIC CO), 9. März 1999 (1999-03-09) Absätze '0007!-'0011!, '0016!, '0017!	9-11,17, 18
A	US 3 875 456 A (KANO T ET AL) 1. April 1975 (1975-04-01) Beispiele 2,4	1,8-13, 17,18
-/-		

☒ Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen☒ Siehe Anhang Patentfamilie

\* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :

\*A\* Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist

\*E\* älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist

\*L\* Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)

\*O\* Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht

\*P\* Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist

\*T\* Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist

\*X\* Veröffentlichung von besonderer Bedeutung, die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden

\*Y\* Veröffentlichung von besonderer Bedeutung, die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist

\*Z\* Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche

10. August 2001

Absenddatum des internationalen Recherchenberichts

21/08/2001

Name und Postanschrift der internationalen Recherchenbehörde  
Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2  
NL - 2280 HV Rijswijk  
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,  
Fax (+31-70) 340-3016

Bevollmächtigter Bediensteter

van der Linden, J.E.



## C.(Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	WO 97 12386 A (SIEMENS AG) 3. April 1997 (1997-04-03) das ganze Dokument	1-8, 21-24
P,X	WO 01 24281 A (OSRAM OPTO SEMICONDUCTORS) 5. April 2001 (2001-04-05)  Seite 7, Zeile 32 -Seite 8, Zeile 16	1,4,5, 7-20, 22-28

## INTERNATIONALER RESEARCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Kennzeichen

PCT/DE 01/01601

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
JP 10228249 A	25-08-1998	KEINE	
JP 11068166 A	09-03-1999	JP 2947344 B	13-09-1999
US 3875456 A	01-04-1975	JP 48102585 A	22-12-1973
WO 9712386 A	03-04-1997	DE 19536454 A	03-04-1997
		EP 0852816 A	15-07-1998
WO 0124281 A	05-04-2001	DE 19947044 A	17-05-2001